

УДК 519.2

Кривулин Сергей Борисович,
инженер первой категории АО НПП «Рубин»

Krivulin Sergey Borisovich,
First Category Engineer JSC NPP Rubin

Николаев Андрей Валерьевич,
начальник группы АО НПП «Рубин»

Nikolayev Andrey Valerievich,
Head of the group JSC NPP Rubin

Чернов Михаил Викторович,
инженер электроник АО НПП «Рубин»

Chernov Mikhail Viktorovich,
Electronics engineer JSC NPP Rubin

ВОЕННАЯ МЕТРОЛОГИЯ MILITARY METROLOGY

Аннотация. Задача военной метрологии заключается в решении проблем метрологического обеспечения вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) на всём ее жизненном цикле: от разработки и производства до эксплуатации, ремонта и утилизации. При этом, одним из ее важных направлений является не только обеспечение точности и достоверности измерений, но и оперативности, живучести, мобильности, автономности измерительных систем в полевых условиях. Существенное отличие военной метрологии, связанной только с решением специализированного военного круга задач, от гражданской метрологии состоит в том, что последняя фокусируется на решении более масштабных задач обеспечения единства и требуемой точности измерений в мирных условиях: в промышленности, торговле, здравоохранении и науке.

Abstract. The task of military metrology is to solve problems related to the metrological support of weapons, military and special equipment (WME) throughout its entire life cycle: from development and production to operation, repair, and disposal. At the same time, one of its important areas is not only ensuring the accuracy and reliability of measurements, but also the operational efficiency, survivability, mobility, and autonomy of measuring systems in field conditions. The key difference between military metrology, which is concerned solely with solving a specialized set of military tasks, and civilian metrology is that the latter focuses on addressing larger-scale issues related to ensuring the uniformity and required accuracy of measurements in peaceful conditions – in industry, trade, healthcare, and science.

Ключевые слова: Метрология, измерения, поверка, калибровка военная продукция, метрологический контроль.

Keywords: Metrology, measurements, verification, calibration, military products, metrological control.



Введение

Военная метрология охватывает измерительные задачи, возникающие на протяжении жизненного цикла вооружения, военной и специальной техники. Метрологическое обеспечение требуется при разработке, изготовлении, испытаниях, техническом обслуживании, эксплуатации и ремонте ВВСТ [1]. Для разных задач применяют поверку и калибровку средств измерений, метрологическую экспертизу документации, проверку измерительных каналов и контроль состояния оборудования. Свидетельство об утверждении типа средств измерений и результаты поверки конкретного прибора имеют разное назначение и не заменяют друг друга. Требования определяют с учетом области применения измерений, технической и эксплуатационной документации, характеристик оборудования и условий конкретного проекта.

Материалы и методы исследования

Бытовые и общегражданские измерения, включая замеры вибрации в жилом помещении, сами по себе не относятся к военной метрологии. Статус предприятия оборонно-промышленного комплекса не означает, что на всех используемых им приборах должны проходить одинаковые процедуры. Для каждого средства измерений должны установиться назначение, область применения, требования документации и способ подтверждения метрологических характеристик [2].

Отличие военная метрология от гражданской состоит в том, что, по сути она является прикладной областью обеспечения единства измерений для ВВСТ. Она охватывает, сами приборы, методы измерений, эталоны, испытательное оборудование, автоматизированные системы техники, условиями ее применения, составом документации и требованиями к достоверности результатов.

Для ВВСТ измерительная система должна сохранять требуемые характеристики в условиях, предусмотренных для конкретного изделия. Учитывается устойчивость оборудования к эксплуатационным воздействиям, совместимость элементов измерительной цепи, прослеживаемость измерений, квалификацию персонала и возможность воспроизведения результата при повторном контроле. Конкретные требования устанавливаются в документации на изделие и применяемое оборудование.

Гражданскую и военную метрологию нельзя считать полностью независимыми системами. Общие принципы обеспечения единства измерений сохраняются, но задачи обороны могут устанавливать специальные условия для измерительных процедур, состава средств контроля и оформления результатов. Такие условия не переносятся на другие проекты без анализа их применимости.

Измерения сопровождают весь жизненный цикл изделия. Ошибка на стадии проектирования способна перейти в производство, испытания и ремонт, если разработчиком неверно определялся измеряемый параметр.

На этапе разработки специалистами определяются параметры контроля, устанавливаются требования к точности, а также определяются методы получения измерительной информации. Затем характеристики средств измерений и испытательного оборудования сопоставляются с допусками, указанными в конструкторской, технической или иной применимой документации.

Метрологическая экспертиза помогает проверять, объективно подтверждать заявленные характеристики изделия. Специалистами анализируются единицы величин, диапазоны измерений, погрешности, методы контроля и полнота требований к измерительному оборудованию.



До использования оборудования предприятием проверяется его идентификационные данные, состояние и комплект документов. Во время производства контролируются критические параметры деталей, сборочных единиц и готовой продукции, а также исправность измерительных каналов, стендов и средств контроля.

Метрологическая дисциплина влияет на воспроизводимость результатов. Двумя производственными подразделениями не должны получаться несовместимые выводы только потому, что одно из них применяло прибор с неподтвержденными характеристиками, а другое использовало неверную методику. Службой качества и метрологическим подразделением разграничиваются ответственность за учет оборудования, его обслуживание, допуск к работе и регистрацию результатов.

На предприятиях, где действует приемка военной продукции, измерительная информация может использоваться при подтверждении качества и соответствия продукции требованиям государственного оборонного заказа. Состав проверок и порядок взаимодействия определяются условиями конкретного проекта и применимой документацией.

При проведении испытания ВВСТ требуются заранее определенные контролируемые параметры, точки измерений, состав оборудования и критерии приемлемости результатов.

При эксплуатации измерительные комплексы используются для диагностики, технического обслуживания и оценки состояния техники. После ремонта ВВСТ с их помощью подтверждается восстановление предусмотренных характеристик. Перенастройка, замена датчика или изменение схемы подключения требуют оценки последствий для измерительной цепи по технической документации и внутреннему порядку предприятия.

Состав оборудования зависит от назначения образца ВВСТ и контролируемых характеристик. Без раскрытия специальных технических сведений можно выделить несколько типовых категорий:

- электрические и радиотехнические средства, которые применяются для контроля электрических величин, сигналов и параметров радиотехнических устройств.
- средства измерения физических величин, в которые входят приборы для определения давления, температуры, расхода, массы, размеров и геометрических параметров.
- навигационные и временные средства, которые обеспечивают получение координатной, временной и связанной с движением измерительной информации.
- средства контроля связи, оборудование которого используется для проверки параметров каналов и технического состояния средств связи.
- испытательные стенды, которые воспроизводят предусмотренные режимы и объединяют датчики, преобразователи, средства регистрации и программные компоненты.
- автоматизированные измерительные комплексы, которые используются для сбора и обработки данных по нескольким каналам, поэтому нужно проверять, отдельные приборы, и всю систему в заданной конфигурации.
- оборудование для обслуживания и ремонта, которое используется для контроля и обнаружения неисправностей, выполнения настройки и подтверждения характеристики после ремонтных операций.

Конкретный набор средств измерений устанавливается по назначению техники, условиям испытаний, эксплуатационной документации и требованиям к точности. Универсального перечня приборов для всех образцов вооружения и военной техники не существует [3].

Процедуры поверки, калибровки и утверждение типа представлены в таблице 1.

В соответствии с таблицей 1 у процедур калибровки и поверки разные цели и правовые последствия.

Путаница между этими понятиями приводит к неверным заявкам, неподходящим договорам и документам, которые не подтверждают требуемый результат. Один универсальный «сертификат на прибор» не заменяет анализ его статуса и области применения.



Таблица 1

Поверка средств измерений	Подтверждение соответствия средства измерений установленным метрологическим требованиям в предусмотренных случаях	Подтверждает пригодность конкретного средства измерений к применению в соответствующей сфере при выполнении установленных условий	Когда область применения и требования к измерениям предусматривают поверку
Калибровка средств измерений	Определение соотношения между показаниями средства измерений и значениями величин, воспроизводимыми эталонами	Позволяет оценить метрологические характеристики, отклонения и поправки, связанные с конкретным оборудованием	Когда калибровка предусмотрена техническими требованиями, системой качества или задачей измерений
Утверждение типа средств измерений	Процедура, относящаяся к типу средства измерений и его допуску к применению в установленном порядке	Свидетельство об утверждении типа средств измерений подтверждает сведения о типе, но не заменяет результаты поверки конкретного экземпляра	Когда для применяемого средства и области измерений требуется утвержденный тип
Метрологическая экспертиза	Оценка корректности метрологических требований, методов и средств измерений, заложенных в документации	Выявляет неоднозначные требования, недостаточную точность, неподходящие методы и другие риски до производства или испытаний	При разработке и изменении технической, конструкторской, технологической либо эксплуатационной документации

Практический порядок действий контроля средств измерений на предприятии на предприятии выглядит следующим образом:

- определение измеряемых параметров состоит в фиксации, величин контроля при производстве, испытаниях, эксплуатации, техническом обслуживании или ремонте.
- установление требований к точности по нахождению в технической, конструкторской, технологической или эксплуатационной документации диапазоны, допуски, допустимые погрешности и условия измерений.
- выбор подходящего оборудования, сопоставление задач с диапазоном, точностью, условиями применения и другими значимыми характеристиками конкретного средств измерений.
- проверка документов, сверка идентификационных данных прибора, его статус, сведений о поверке либо калибровке, применимых методиках и записях об обслуживании.
- организация учета и обращения в процессе установки правил хранения, выдачи, транспортирования, обслуживания, маркировки и вывода оборудования из эксплуатации.
- разбор расхождений при отличии результатов, проверка прибора, методики, условий, квалификации оператора и всей измерительной цепи. Оборудование с неподтвержденными характеристиками исключается из работы до выяснения причин.



Периодичность процедур определяется с учетом документации на прибор, области применения, установленного межповерочного интервала, условий эксплуатации, требований проекта и внутренних регламентов, которые не должны противоречить применимым правилам [4].

Отдельного внимания требуют встроенные измерительные каналы и стенды. Замена одного компонента может изменить характеристики всей системы, хотя остальные приборы сохраняют действующие документы. Предприятие должно оценить влияние ремонта или перенастройки до того, как использовать новые результаты для контроля качества.

Перед измерениями проверяется наличие следующих документов [5].

- паспорта, формуляра или эксплуатационной документации на средство измерений;
- сведений о типе средства измерений, при условии их применимости к задаче;
- свидетельства об утверждении типа средств измерений либо соответствующих реестровых сведений, когда подтверждения типа требуется;
- сведений о поверке конкретного экземпляра;
- документов о калибровке, если она предусмотрена техническими требованиями или системой качества;
- методики измерений или методики поверки, необходимую для соответствующей процедуры;
- записей об обслуживании, ремонте, настройке и состоянии измерительного комплекса;
- технического задания и документации на изделие, устанавливающие измеряемые параметры, допуски и условия контроля.

Федеральным законом «Об обеспечении единства измерений» разграничивается поверка и калибровка, регулируется применение средств измерений в области государственного регулирования и задается основа для оценки их соответствия установленным требованиям [6].

Государственная метрологическая служба решает задачи в пределах установленной компетенции. В системе Министерства обороны Российской Федерации действует метрологическая служба Вооруженных Сил Российской Федерации, связанная с метрологическим обеспечением ВВСТ.

Приемка военной продукции и метрологический контроль решают связанные, но разные задачи. Измерительная информация может использоваться при контроле качества продукции государственного оборонного заказа, однако полномочия конкретных участников определяются установленным порядком, условиями договора и документацией проекта.

Выводы

Военная метрология является неотъемлемой частью современной оборонной системы. Она объединяет высокоточные измерения, стандартизацию, контроль и методическое сопровождение, обеспечивая надежность, эффективность и безопасность военной техники.

Развитие технологий, автоматизация процедур, цифровая обработка данных и новые методы контроля усиливают возможности военной метрологии. Это напрямую связано с уровнем обороноспособности и стратегической автономии страны. При этом ключевым условием остается системный подход к метрологическому обеспечению на всех этапах эксплуатации и управления военной техникой.

Список литературы:

1. Журавин А.И., Лавров Р.О. Правовые и организационные основы метрологического обеспечения вооружения и военной техники: учебное пособие СПб.: ВКА имени А. Ф. Можайского, Санкт Петербург 2011- – 219 с.



2. Зайцев С.А., Толстов А.Н., Грибанов Д.Д., Куранов А.Д. Метрология, стандартизация и сертификация в машиностроении: учебник Издательский центр Академия Москва 2017. – 288 с.
3. Сергеев А.Г., Терегеря В.В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник и практикум для вузов Издательство Юрайт, Москва 2023. – 722 с.
4. Волкова Е. М. История стандартизации, метрологии и управления качеством учебное пособие: ННГАСУ, Н. Новгород 2020. – 86 с
5. Земляной К.Г., Глызина А.Э. Метрология, стандартизация и сертификация, учебное пособие Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург 2022 -235с.
6. Марусина М.Я., Ткалич В.Л., Лабковская Р.Я. Метрологическое обеспечение средств измерений. Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2019. – 120 с.

